HIOKI

取扱説明書
Instruction Manual

3143

アースハイテスタ
EARTH HiTESTER

日置電機株式会社
HIOKI E. E. CORPORATION

2013年4月 発行 改訂6版
April 2013 Revised edition 6 3143A980-06 13-04H

600219586

目 次

はじめに 1
点検 1
安全について 2
ご使用にあたっての注意 5

第 1 章　概　要 9
1.1　**製品概要** 9
1.2　**特長** 10
1.3　**各部の名称と機能** 11

第 2 章　仕　様 13

第 3 章　測定方法 17
3.1　**測定準備** 18
3.2　**測定方法** 18

第 4 章　解　説 23
4.1　**接地抵抗について** 23
4.2　**従来の接地抵抗の測定原理（電位降下法）** 25
4.3　**本器の測定原理** 26
4.4　**従来の接地抵抗計（電位降下法）と 3143 の測定値の比較** 27
4.5　**測定例（架空通信設備や各種保安器用の接地抵抗測定）** 29

第 5 章　測定上の注意事項 31

第 6 章　保守・サービス 33
6.1　9338 **携帯用ケース** 33
6.2　**電池交換** 34
6.3　**本器のクリーニング** 35
6.4　**サービス** 35

はじめに

このたびは、HIOKI“ 3143 アースハイテスタ ”をご選定いただき、誠にありがとうございます。
この製品を十分にご活用いただき、また末永くご使用いただくためにも、取扱説明書はていねいに扱い、いつも手元に置いてご使用ください。

点検

本器がお手元に届きましたら、輸送中において異常または破損がないか点検してからご使用ください。特に付属品およびパネル面の測定用ノブ、端子類に注意してください。万一破損あるいは仕様どおり動作しない場合は、代理店（お買上店）か最寄りの営業所にご連絡ください。

○付属品

9216 コード巻き 1
9265 測定ケーブル 1 式 1
（リード線(黒)1m・リターン線(赤)20m）
9338 携帯用ケース 1
取扱説明書 1
単 3 形アルカリ乾電池（LR6） 4

安全について

⚠危険	**この機器は** IEC 61010 **安全規格に従って、設計され、試験し、安全な状態で出荷されています。測定方法を間違えると人身事故や機器の故障につながる可能性があります。また、本器をこの取扱説明書の記載以外の方法で使用した場合は、本器が備えている安全確保のための機能が損なわれる可能性があります。取扱説明書を熟読し、十分に内容を理解してから操作してください。万一事故があっても、弊社製品が原因である場合以外は責任を負いかねます。**

○安全記号

この取扱説明書には、本器を安全に操作し、安全な状態を保つのに要する情報や注意事項が記載されています。本器を使用する前に、下記の安全に関する事項をよくお読みください。

⚠	**・使用者は、機器上に表示されている⚠マークの所について、取扱説明書の ⚠ マークの該当箇所を参照し、機器の操作をしてください。** **・使用者は、この取扱説明書の中の ⚠ マークのあるところは必ず説明を読み、注意する必要があることを示します。**
⎓	**直流（DC）を示します。**

○本説明書の注意事項には重要度に応じて以下の表記がされています。

⚠危険	**操作や取扱いを誤ると、使用者が死亡または重傷につながる危険性が極めて高いことを意味します。**
⚠警告	**操作や取扱いを誤ると、使用者が死亡または重傷につながる可能性があることを意味します。**
⚠注意	**操作や取扱いを誤ると、使用者が傷害を負う場合、または機器を損傷する可能性があることを意味します。**
注記	**製品性能および操作上でのアドバイス的なことを意味します。**

弊社では測定値の限界誤差を、次に示す rdg.（リーディング）に対する値として定義しています。

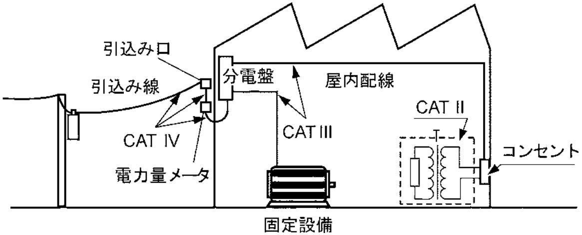
rdg.**（読み値、表示値、指示値）**
現在測定中の値、測定器が現在指示している値を表します。

○測定カテゴリについて

測定器を安全に使用するため、IEC61010 では測定カテゴリとして、使用する場所により安全レベルの基準を CATⅡ～CATⅣで分類しています。

CATII：コンセントに接続する電源コード付き機器（可搬形工具・家庭用電気製品など）の一次側電路
コンセント差込口を直接測定する場合は CATⅡです。
CATIII：直接分電盤から電気を取り込む機器（固定設備）の一次側および分電盤からコンセントまでの電路
CATIV：建造物への引込み電路、引込み口から電力量メータおよび一次過電流保護装置（分電盤）までの電路

カテゴリの数値の小さいクラスの測定器で、数値の大きいクラスに該当する場所を測定すると重大な事故につながる恐れがありますので、絶対に避けてください。
カテゴリのない測定器で、CATⅡ～CATⅣの測定カテゴリを測定すると重大な事故につながる恐れがありますので、絶対に避けてください。



ご使用にあたっての注意

●本器を安全にご使用いただくために、また機能を十分にご活用いただくために、下記の注意事項をお守りください。

○使用前の点検

・使用前には、保存や輸送による故障がないか、点検と動作確認をしてから使用してください。故障を確認した場合は、お買上店（代理店）か最寄りの営業所にご連絡ください。

・測定ケーブルの被覆が破れたり、金属が露出していないか、使用する前に確認してください。損傷がある場合は、感電事故になるので、指定の 9265 と交換してください。

⚠**危険**	**・本器の測定端子（Earth と Return）は接地抵抗を測定するための専用端子です。誤って商用電源や電位のある物体等に接続しますと感電の恐れがありますので、十分注意してください。**

⚠警告	・本器をぬらしたり、ぬれた手で測定しないでください。感電事故の原因になります。屋外での使用時には十分に注意してください。 ・本体がぬれている状態では、測定ケーブルの接続は行なわないでください。感電事故の原因になります。 ・腐食性ガスや爆発性ガスが発生する場所では使用しないでください。本器の破損もしくは､爆発事故を誘発する可能性があります。 ・電池交換するときは、新旧および異種の混合はしないでください。また極性＋－に注意し､逆挿入しないでください。性能劣化や液漏れの原因になります。 ・感電事故を避けるため、電源スイッチを OFF にし、測定ケーブルを外してから電池を交換してください。 ・使用済の電池をショート、分解または火中への投入はしないでください。破裂する恐れがあり危険です。 ・使用済の電池は地域で定められた規則に従って処分してください。

⚠注意	・直射日光や高温、多湿、結露するような環境下での保存、使用はしないでください。変形、絶縁劣化を起こし、仕様を満足しなくなります。 ・安全のため、測定ケーブルは付属の 9265 を使用してください。 ・断線による故障を防ぐため、測定ケーブルやケーブルの付け根を折ったり引っ張ったりしないでください。 ・指定電池（単 3 アルカリ乾電池）以外の電源は使用しないでください。マンガン電池などでは、電池寿命が短くなります。 ・電池の液漏れによる腐食を防ぐため、長い間使用しないときは、電池を抜いて保管してください。 ・本器の損傷を防ぐため、運搬および取扱いの際は振動、衝撃を避けてください。特に、落下などによる衝撃に注意してください。本器を破損します。 ・本器は簡易な防滴・防塵構造となっていますが、内部へのほこり、水滴の侵入を防ぐもので、完全防水ではありません。故障の原因になりますので、ぬれた状態では使用しないでください。 ・本器の保護機能が破損している場合は、使用できないように廃棄するか、知らないで動作させることのないように、表示しておいてください。 ・本器の調整や修理は、危険を良く知った技能者の責任で行ってください。

注記

・B マーク点灯時は、電池が消耗していますので、早めに交換してください。

・本器の汚れをとるときは、柔らかい布に水か中性洗剤を少量含ませて、軽くふいてください。ベンジン、アルコール、アセトン、エーテル、ケトン、シンナー、ガソリン系を含む洗剤は絶対に使用しないでください。変形、変色することがあります。

・使用後は必ず電源スイッチを OFF にしてください。

第１章　概　要

1.1　製品概要

・本器は、従来の３電極式接地抵抗計のように補助接地極を大地に打ち込むことなく接地抵抗を容易に測定することができます。このため、都市化が進み補助接地極の打ち込みが困難な環境での測定に威力を発揮します。

・本器は電柱上に設置された通信設備（架空通信設備）や通信用保安器などに施される単独の**棒状接地電極**の接地工事において、接地抵抗を測定するのに最適です。

注記　**3143 は、NTT 東日本株式会社技術協力センターの技術に基づき製品化したものです。**

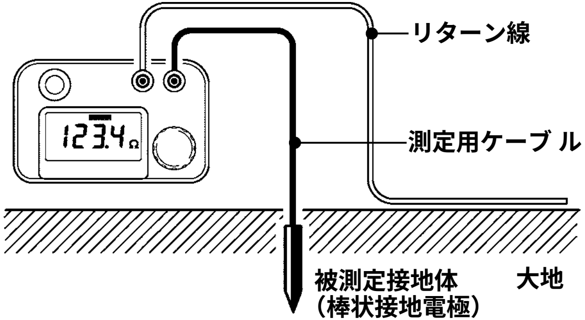


図 1

1.2 特長

(1) 補助接地極の打ち込みが不要

本器の測定端子（Earth 側）に接地電極を接続し、他方の端子（Return 側）にリターン線（赤色線）を接続して大地にはわせるだけで簡単に接地抵抗を測定できます。

(2) 棒状接地電極の測定に最適

本器は、架空通信設備用保安器に施される単独の**棒状接地電極**の接地抵抗を容易に測定できます。

(3) 地電圧の影響を軽減

本器では同期検波方式を採用し、かつリターン線を電気的に絶縁した状態で大地にはわせますので、商用周波数の高調波地電圧の影響を軽減して安定した測定ができます。

(4) 簡易防塵仕様

電源スイッチや測定用ノブなどの可動部周辺の防じん性を向上させ、ハードな現場測定に応えます。

(5) 取扱いが便利

本体・測定ケーブルを一括収納できる携帯用ケースと、リターン線の配線や後片付けに便利なコード巻が標準付属になりました。

1.3 各部の名称と機能

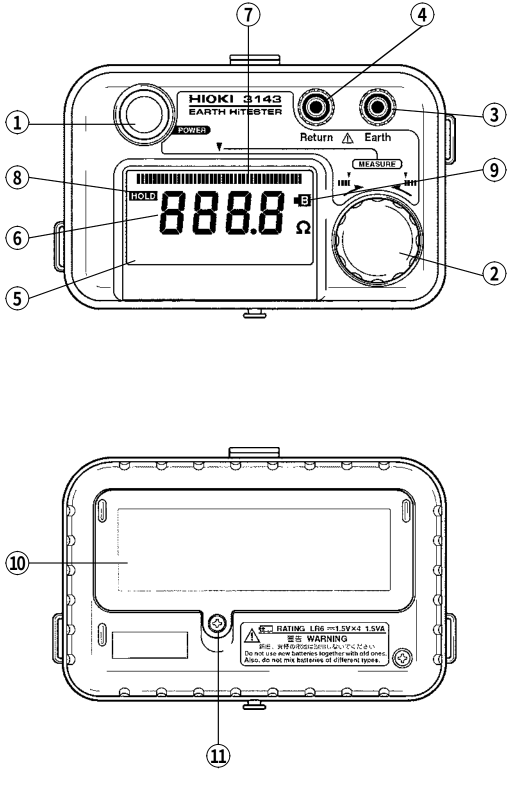


図 2

①電源スイッチ（POWER**）**
本器の電源スイッチです。

②測定用ノブ（MEASURE**）**
接地抵抗を測定するためのノブです。表示された抵抗値が最小になるようにノブを回します。

③Earth**：接地電極端子**
リード線（黒）を介して接地電極と接続する端子です。

④Return**：リターン端子**
リターン線（赤）を接続する端子です。リターン線は大地に直接はわせるように敷設します。

⑤液晶（LCD**）表示体**

⑥測定接地抵抗値

⑦測定用インジケータ
測定用ノブ（MEASURE）の回す方向を示します。インジケータが小さくなるようにノブを回します。

⑧ホールド表示
抵抗値をホールドしたまま測定を終了します。約３分間、測定用ノブ（MEASURE）の操作が行われないとホールド状態になります。ノブを回すとホールドは解除され測定が再開します。

⑨バッテリチェック
電池が消耗したことを示します。電池を交換してください。

⑩電池カバー

⑪電池カバーの留めネジ

第2章　仕　様

<測定>	
測定方法	電圧比法（ループインピーダンス(注)の直列共振時での電圧を測定） リード線を被測定接地極に接続、リターン線を大地に直線的にはわせ、測定用ノブを可変して表示値が最小となる値が測定抵抗値 （注）ループインピーダンスとはリード線のインダクタンス、リターン線の対地キャパシタンス、および被測定接地抵抗との直列電路を指す
測定抵抗範囲	20～500 Ω
測定確度（使用温度範囲にて）	±5%rdg. (50～500Ω)、 ±10%rdg. (20～50Ω) （注）ダミー抵抗による検査治具にて バッテリマーク点灯時は確度保証外
確度保証期間	1 年間
地電圧の影響（50/60Hz）	0～10Ⅴにて±5%rdg.
検出方式	同期検波方式
A/D変換	10 ビット逐次比較型 A/D コンバータ 同期検波＋LPF 出力をサンプリング サンプリング間隔 96 ms/S

<測定値の補正法>

平均化処理	サンプリング値を加算平均化処理して測定値として表示。
＜測定用信号源＞	
周波数範囲	100 kHz～1.5 MHz、 フロント面の測定用ノブで可変
周波数可変分解能	240 Hz
端子間出力電圧	AC 0.9 Vp typ.
端子間出力抵抗	200 Ω±1%、 端子間の短絡電流はAC 3.6 mA max.
＜表示＞	
表示方法	4桁LCD表示 0.0～999.9 Ωまで表示、 999.9 Ω以上は"OF"表示 測定用ノブにて100 kHz以下または1.5 MHz以上に可変しようとしたとき"OL"表示
表示種類	測定抵抗値（Ω）、インジケータ用バーグラフ（共振点位置の目安を与える）、バッテリマーク、"HOLD"マーク
＜環境＞	
使用温湿度範囲	0～40℃、80%rh以下（結露なきこと）
保存温湿度範囲	－10～50℃、80%rh以下（結露なきこと）
使用場所	高度2000 m以下
＜電源＞	
供給電源	LR6（単3アルカリ乾電池）×4本、 定格電源電圧1.5 V×4
最大定格電力	1.5 VA Max
使用時間	連続測定にて約8時間（23℃参考値）
＜外観＞	

外形寸法	約 155W×98H×49Dmm (突起物含まず)
質量	約 380 g（本体のみ）
＜適合規格＞	
安全規格	EN 61010 汚染度 2 予想される過渡過電圧 330 V
EMC **規格**	EN61326
＜付属機能＞	
省電力モード	測定用ノブを回さず約 3 分経過にて省電力モード、 測定用信号源の出力停止、 LCD にて "HOLD"表示 測定用ノブを回すと省電力モードから復帰
インジケータ	ループインピーダンスの共振点の概略位置をバーグラフで表示 バーグラフが表示中心位置のときに共振点付近であることを示す
バッテリチェック	定格電源電圧 4.4 V 以下にてバッテリマークが表示
＜付属品＞	
	9216 コード巻き ……… 1 9265 測定ケーブル 1 式 ……… 1 （リード線(黒)1m・リターン線(赤)20m） 9338 携帯用ケース ……… 1 取扱説明書 ……… 1 単 3 形アルカリ乾電池（LR6）……… 4

第 3 章　測定方法

⚠危険	・本器の測定端子（Earth と Return）は接地抵抗を測定するための専用端子です。誤って商用電源や電位のある物体等に接続しますと感電の恐れがありますので、十分注意してください。

⚠警告	・本器をぬらしたり、ぬれた手で測定しないでください。感電事故の原因になります。屋外での使用時には十分に注意してください。 ・本体がぬれている状態では、測定ケーブルの接続は行なわないでください。感電事故の原因になります。 ・腐食性ガスや爆発性ガスが発生する場所では使用しないでください。本器の破損もしくは､爆発事故を誘発する可能性があります。 ・電池交換するときは、新旧および異種の混合はしないでください。また極性＋－に注意し､逆挿入しないでください。性能劣化や液漏れの原因になります。

⚠注意	・指定電池（単 3 アルカリ乾電池）以外の電源は使用しないでください。マンガン電池などでは､電池寿命が短くなります。 ・電池の液漏れによる腐食を防ぐため、長い間使用しないときは、電池を抜いて保管してください。

3.1 測定準備

(1) 電源スイッチを入れ、LCD 表示体が点灯することを確認します。測定端子に何も接続しないと、"OF"の表示となります。

(2) バッテリチェックマーク B が点灯していないか確認します。点灯しているときは電池が消耗していますので、新しい電池と交換してください。（「6.2　電池交換」を参照）

3.2 測定方法

(1) ケーブルの接続

図 3 のように付属の 9265 測定ケーブルを接続します。（リード線(黒)は Earth 端子、リターン線(赤)は Return 端子に接続）。リード線は大地に埋設された接地電極につなぎます。リターン線は大地（舗装されたコンクリート・アスファルト上）にはわせます。

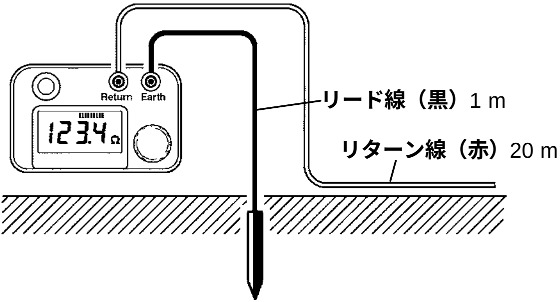


図 3　接続図

注記

・必ず付属の測定ケーブルを使用してください。その他のケーブルでは正しい測定ができません。

・リターン線は大地から浮かないように直線的に敷設します。束ねたり丸めた状態では正しい測定ができません。特に、芝生や岩盤などでは、リターン線をできるだけ大地と密着させるようにしてください。

・リード線は測定する接地電極に直接接続してください。やむおえず接地電極に付属している接地線に接続する場合には、全長が 5 m 以内となるようにしてください。

・リード線は、接地電極を大地に埋設した箇所からなるべく近い点に接続してください。

(2) 接地抵抗値の測定

測定用ノブ（MEASURE）を回して、表示値が最も小さくなるように調整してください。**最小値が接地電極の抵抗値**となります。測定用ノブは次の手順で回してください。

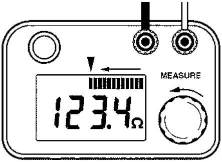


図 4（a）

①測定用インジケータはノブを回す方向を示しています。インジケータが図 4（a）のように表示されたら、ノブを左回転させてインジケータを中心「▼」の位置になるようにします（図 4（c）参照）。また図 4（b）のときにはノブを右回転させます。

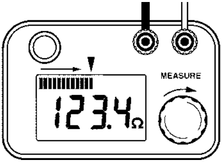


図 4（b）

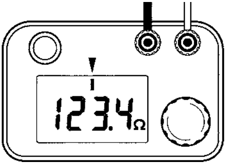


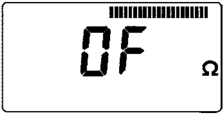
図 4（c）

②測定値を確認しながら、値が最小になるようにノブをゆっくり回してください（図 4（c））。

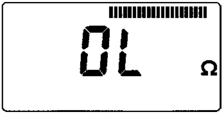
③ノブを回すのを留めると測定値が安定して表示されるようになります。

注記

・測定用インジケータは、被測定接地体の抵抗値やリターン線を敷設する環境によって表示が安定しないことがあります。特に接地抵抗の大きな測定では、インジケータが中心の位置にあっても、最小の値にならない場合があります。そのときには**表示値が最小となるように**ノブを回してください。



・測定抵抗値が 1000 Ω以上の場合には、LCD 画面に「**OF**」と表示されます。インジケータの向きを参考にしてノブを回しながら、測定値の最小点を探してください。



・ノブを片方向に回し続けて LCD に「**OL**」と表示された場合には、それ以上回しても測定値は変化しません。ノブを反対方向に回して測定値の最小値を探してください。

(3) ホールド状態

約 3 分間、測定用ノブ（MEASURE）による操作が行われないとホールド状態（「**HOLD**」が表示：図 5 を参照）になります。ホールド状態では、ホールド直前の測定値が表示されたままとなり、測定端子（Earth－Return 端子間）からの測定信号が停止します。ノブを操作するとホールドは解除され測定が再開します。

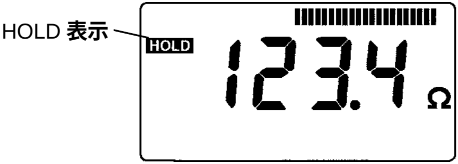


図 5　ホールド状態

(4) バッテリチェック

バッテリチェックマーク B が点灯していないか確認します。点灯しているときは電池が消耗していますので、新しい電池と交換してください。（「6.2　電池交換」を参照）

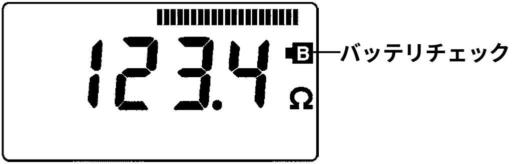


図 6　バッテリチェック

第４章　解　説

ここでは一般的な接地抵抗の定義、接地工事の種類、代表的な接地抵抗の測定原理と本器の測定原理、および主な測定例として架空通信設備や保安器の接地工事と抵抗測定について説明しています。

4.1　接地抵抗について

(1) 接地抵抗とは

接地抵抗とは、金属で作られた接地電極と大地の土壌（土の粒子と水と空気の混合物）との電気的接続により生じる電気抵抗をさし、電気設備を設置するときの安全基準として各種法規や基準に明記されています(電気設備技術基準など)。一般的に接地抵抗は接地電極から大地に流れ込む電流 I(A)と、その電流により生じる電位上昇分 E（V）との比 E／I（Ω）により定義されています。

(2) 接地工事の種類と本器の適用範囲

接地工事は電気設備技術基準（電技解釈第 29 条）により A、B、C、D 種の接地工事に分類されています。表 1、2 に接地工事の概要と接地工事の分類を示します。本器の測定範囲は 20～500 Ωであり、D種接地工事（100 Ω）の抵抗測定に相当します。

本器は接地電極として最も一般的な**棒状電極**の測定に適しています。一方で、並列接地工法などのように複数の電極の連接を用いた現場では 3 電極法の測定値との違いが生じる場合があります。測定に際しては、「第５章　測定上の注意事項」を参照してください。

表 1　接地工事の概要

A 種接地工事	特高および高圧の金属製機械器具、外箱等の接地
B 種接地工事	特高および高圧電路と低圧電路とを結合する変圧器の中性点または一端子等の接地
C 種接地工事	300 V 超過の低圧の金属製機械器具、外箱等の接地
D 種接地工事	300 V 以下の低圧の金属製機械器具、外箱等の接地

表 2 接地工事の種類

接地工事の種類	接地抵抗値
A 種接地工事	10 Ω
B 種接地工事	変圧器の高圧側または特別高圧側の電路の１線地絡電流のアンペア数で 150 を除した値に等しいオーム数（概要のみ記載）
C 種接地工事	10 Ω（低電圧路において電路に地絡が生じた場合に 0.5 秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは、500 Ω）
D 種接地工事	100 Ω（低電圧路において電路に地絡が生じた場合に 0.5 秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは、500 Ω）

(3) 漏洩電流および地電圧

一般的な接地抵抗の測定では、接続された機器からの漏洩電流や地電流による地電圧などが外来要因として影響します。本器ではリターン線が電気的に絶縁された状態で大地に敷設されますので、商用電源の高調波（～1 kHz 程度）による漏洩電流や地電圧の影響が受け難い構造となっています。

4.2 従来の接地抵抗の測定原理（電位降下法）

接地抵抗計の多くは電位降下法による測定を用いており、電気設備技術基準の A 種から D 種すべての接地現場で広く活用されています。この方法では、接地電極（E 極）の他に測定電流注入用の電流補助極(C 極)と電位上昇分を測定するための電位補助極（P 極）を大地に打ち込みます。接地抵抗値 *Rg* は接地電流 *I*(A)とその時の電圧降下分 *V*(V)から次式で得られます。

$$Rg = \frac{V}{I}$$

図 7 に補助電極を打ち込んだときの電位分布曲線を示します。 P極は図中の電位分布曲線が平坦になる点に打ち込まなければなりません。このため、C-E 極間の距離を十分に確保するとともに、P 極は E-C 極間の 61.8%の点に打ち込まなければ測定誤差が生じるなどの制約があります。また都市化が進み、コンクリートやアスファルト舗装された現場では補助極の打ち込み作業が難しく、作業効率が悪くなります。

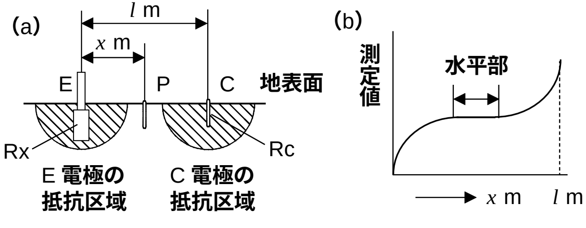


図 7　3電極法

4.3　本器の測定原理

本器の Earth 端子にリード線を介して接地電極を接続し、Return 端子に接続したリターン線を大地にはわせると、リード線のインダクタンス Lg → 接地抵抗 Rg → 大地 → リターン線と大地の接地抵抗 R と静電容量 Cg からなる閉回路が形成されます。本器ではこの閉回路の共振時でのループインピーダンスを測定することで接地抵抗 Rg を算出しています。図8に等価モデルを示します。測定信号源 Vc からみた共振時の等価抵抗 R' は次のようになります（$Rout$ は本器の出力抵抗です）。

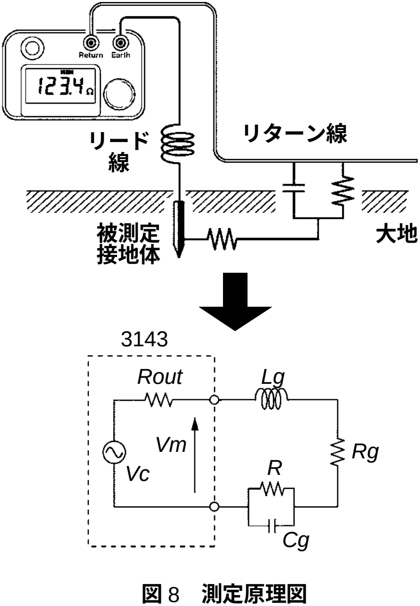


図 8　**測定原理図**

$$R'=Rout+Rg+\frac{R}{1+(wCgR)^2}\cong Rout+Rg$$

このように、R'は接地抵抗 Rg と $Rout$ の和となります。よって、測定端子間の電圧 Vm を測定することで、電圧比法により接地抵抗 Rg が算出できます。

$$Rg=\frac{1}{(Vc/Vm)-1}Rout$$

なお、共振周波数は現場の地質や水分含有量、大地の締まり具合により異なりますが、おおむね 1 MHz 前後の高周波となります。この周波数帯は雷サージの波頭長に相当していることから、本器による接地抵抗測定はサージインピーダンスの評価に近い測定ということができます。

4.4 従来の接地抵抗計（電位降下法）と 3143 の測定値の比較

図 9 は棒状電極の接地抵抗を電位降下法（3 電極法）と 3143 で測定したときの相関を表わし、図 10 は 3 電極法の値を真値としたときの 3143 の rdg.誤差を示しています。この図から、接地抵抗が 50～500Ωではおおむね 10～20%rdg.の範囲で 3 電極法の値と一致することになります。また、20～50 Ωでは rdg.誤差が増える傾向にあります。
なお、図 9、10 には 3 電極法の測定誤差（補助接地極の抵抗や地電圧の影響など）も含まれておりますので、あくまでも参考データとしてご覧ください。

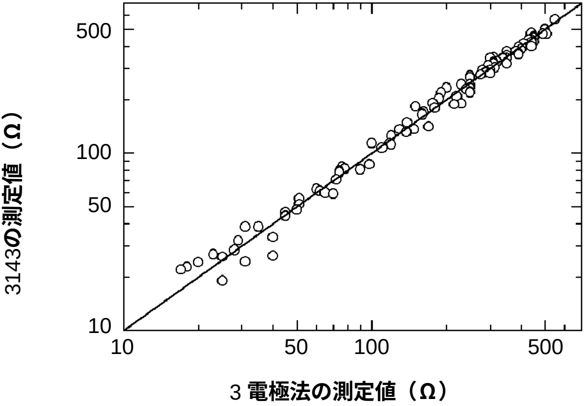


図 9　3 **電極法と** 3143 **の測定値の相関**

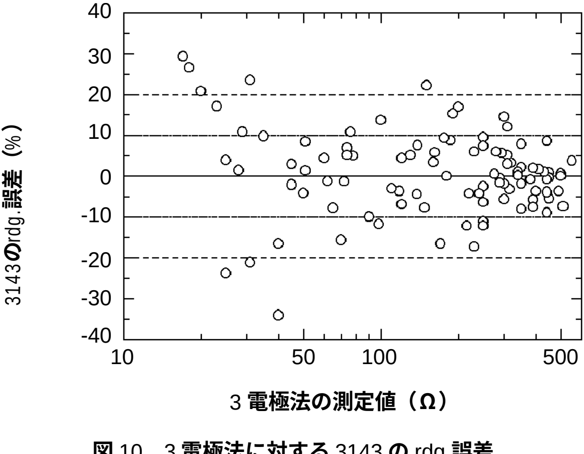


図 10　3 **電極法に対する** 3143 **の** rdg.**誤差**

4.5　測定例（架空通信設備や各種保安器用の接地抵抗測定）

今日、各種ネットワークを通じて様々な情報サービスを提供するために、いままでは通信センタビル内にある交換機や伝送装置の機能の一部を各宅内や構内の近くに設置するケースが増えてきました。このような設備は高速で大容量の通信を担う反面、落雷や漏電から人体や機器を防護するための高い耐力性が求められています。このため、架空通信設備や保安器に施される接地工事はますます重要になります。特に保安器は通信線から進入してくる雷サージを大地に放流するための役割を担っており、有線電気通信設備令によって設置が義務化されています。

架空通信設備や各種保安器をとりまく環境には次のようなケースがあります。

①工事施工後の接地抵抗値は、電気設備技術基準に従い 100Ω以下であることを確認。

②現場の多くは住宅地やオフィス街であり、大地の大半が舗装されている。このため、従来の 3 電極法では補助接地極の打ち込みが困難。また打ち込む労力が必要。

このような用途では、本器を使用することで次のメリットが生じます。

①補助接地極を打ち込む必要がないため、打ち込む手間や労力が削減できます。

②測定値のディジタル表示により、100 Ω以下か否かの確認が即座にできます。

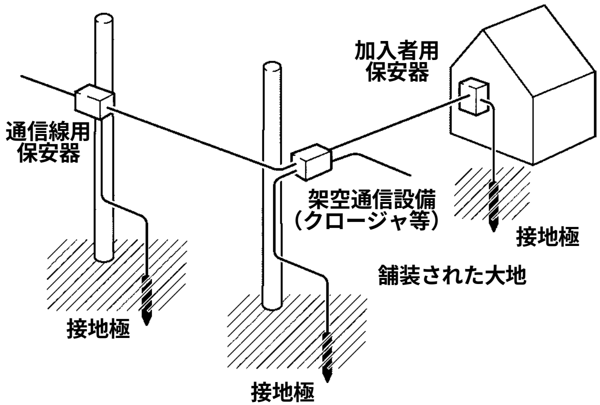


図 12　**架空通信設備や保安器をとりまく環境**

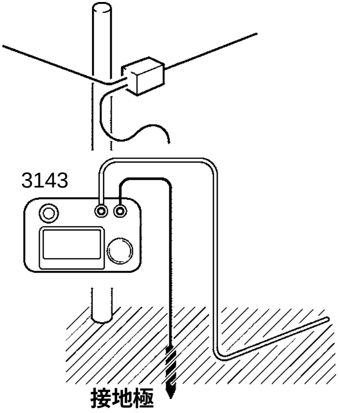


図 13　3143 **の使用例**

第 5 章　測定上の注意事項

本器は新しい測定原理により接地抵抗を測定します。このため、接地体によっては従来の 3 電極法の値と異なる場合があります。お使いいただくにあたり次の注意事項をよくお読みください。

(1) 3143 は単独の**棒状電極**の接地抵抗測定に適しています。一方で、次のような測定箇所では従来の 3 電極法での測定結果より大きめに表示される場合があります。

・複数接地電極の連接による並列接地工法やメッシュなどの網状電極による接地

・接地電極を地中深くに布設する深打接地工法による接地

特に電力設備の接地などの安全に関わる抵抗測定には、3 電極法での測定値も併せて確認されますように、お願いします。

(2) 必ず付属の測定ケーブル（9265 測定ケーブル）を使用してください。その他のケーブルを使用しますと測定誤差が生じます。

(3) リターン線を大地にはわせる場合には、大地から浮かないように直線的にはわせてください。リターン線が丸まったり重なった状態では正しい測定結果が得られません。特に、芝生や岩盤などでは、リターン線をできるだけ大地と密着させるようにしてください。

(4) リード線は接地電極が大地に埋設された箇所からなるべく近い点で接続してください。

第 6 章　保守・サービス

6.1　9338 携帯用ケース

9338 携帯用ケースは、本器のほかに 9265 測定ケーブルと単 3 形乾電池 4 本をコンパクトに収納できる持ち運びに適した専用ケースです。図 14 のように上蓋を回転させることで、ケースから本器を取り出すことなく測定を行うこともできます。なお外からの衝撃などの保護のためにも、測定が終了されましたら本器を携帯用ケースに収納して保管されるようにお願いします。

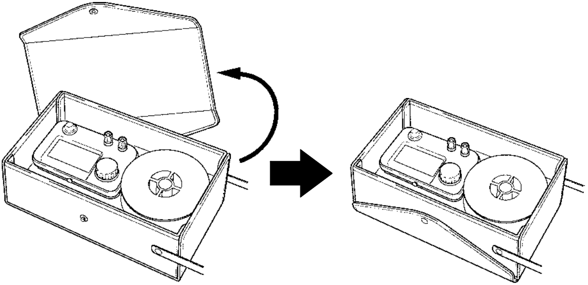


図 14

6.2　電池交換

⚠警告	・電池 交換時には､感電事故を避けるため､電源スイッチを OFF にし、測定ケーブルを外してから行ってください。また､交換後は必ずカバーをしてから、ねじ留め後使用してください。 ・使用済の電池をショート､分解､火の中に投入しないでください。破裂する恐れがあり、危険です。 ・使用済の電池は指定された場所に種別に従って処分してください。

注記

- **指定電池（単 3 アルカリ乾電池）以外の電源は使用しないでください。マンガン電池などでは、電池寿命が短くなります。**
- **長い間使用しないときは、電池の液漏れによる腐食を防ぐために電池を抜いて保管してください。**

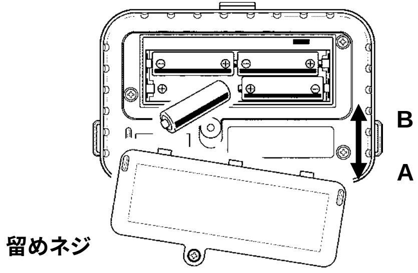


図 15

(1) 測定ケーブルを安全のため本体から外します。
(2) 留めネジを外します。
(3) 電池カバーを図の A 方向に外します。
(4) 電池 4 本を全部交換します。
(5) 電池カバーを B 方向から取り付けます。
(6) 電池カバーを本体にネジ留めします。

6.3 本器のクリーニング

・本器の汚れをとるときは、柔らかい布に水か中性洗剤を少量含ませて、軽くふいてください。ベンジン、アルコール、アセトン、エーテル、ケトン、シンナー、ガソリン系を含む洗剤は絶対に使用しないでください。変形、変色することがあります。

6.4 サービス

故障と思われるときは、電池の消耗、測定ケーブルの断線を確認してから、お買上店（代理店）か最寄りの営業所にご連絡ください。輸送中に破損しないように梱包し、故障内容も書き添えてください。輸送中の破損については保証しかねます。

保証書　HIOKI

形名 3143	製造番号	保証期間 購入日　　年　月より３年間

本製品は、弊社の厳密な検査を経て合格した製品をお届けした物です。
万一ご使用中に故障が発生した場合は、お買い求め先にご連絡ください。本書の記載内容で無償修理をさせていただきます。また、保証期間は購入日より３年間です。購入日が不明の場合は、製品の製造年月から３年を目安とします。ご連絡の際は、本書を提示してください。
また、確度については、明示された確度保証期間によります。

－お客様－

ご住所：〒

ご芳名：

＊　お客様へのお願い

・　保証書の再発行はいたしませんので、大切に保管してください。
・　「製造番号、購入日」およびお客様「ご住所、ご芳名」は恐れ入りますが、お客様にて記入していただきますようお願いいいたします。

1．取扱説明書・本体注意ラベル（刻印を含む）等の注意事項に従った正常な使用状態で保証期間内に故障した場合には、無償修理いたします。また、製品のご使用による損失の補償請求に対しては、弊社審議の上購入金額までの補償とさせていただきます。なお、製造後一定期間を経過したものおよび部品の生産中止、不測の事態の発生等により修理不可能となった場合は、修理、校正等を辞退する場合がございます。

2．保証期間内でも、次の場合には保証の対象外とさせていただきます。
－1．製品を使用した結果生じる被測定物の、二次的、三次的な損傷、被害
－2．製品の測定結果がもたらす、二次的、三次的な損傷、被害
－3．取扱説明書に基づかない不適当な取り扱い、または使用による故障
－4．弊社以外による修理や改造による故障および損傷
－5．取扱説明書に明示されたものを含む部品の消耗
－6．お買い上げ後の輸送、落下等による故障および損傷
－7．外観上の変化（筐体のキズ等）
－8．火災、風水害、地震、落雷、電源異常（電圧、周波数等）、戦争・暴動行為、放射能汚染およびその他天災地変等の不可抗力による故障および損傷
－9．各種通信･ネットワーク接続による損害
－10．保証書の提出が無い場合
－11．その他弊社の責任とみなされない故障
－12．特殊な用途（宇宙用機器、航空用機器、原子力用機器、生命に関わる医療用機器および車輌制御機器等）に組み込んで使用する場合で、前もってその旨を連絡いただかない場合

3．本保証書は日本国内のみ有効です。(This warranty is valid only in Japan.)

サービス記録

年月日	サービス内容

日置電機株式会社
〒386-1192 長野県上田市小泉 81
TEL 0268-28-0555
FAX 0268-28-0559

3143

EARTH HiTESTER

INSTRUCTION MANUAL

Contents

Introduction i
Inspection i
Safety Notes ii
Notes on Use vi

Chapter 1 Outline 1
1.1 Product Outline 1
1.2 Features 2
1.3 Names and Functions of Parts 4

Chapter 2 Specifications 7

Chapter 3 Measurement Procedure 11
3.1 Measurement Preliminaries 12
3.2 Measuring method 13

Chapter 4 Technical Information 19
4.1 About Ground Resistance 19
4.2 Principle of Conventional Measurement of Ground Resistance (Fall-of-Potential Method) 21
4.3 Principle of Measurement on Which This Instrument is Based 22
4.4 Comparison of Values Measured by Conventional Ground Resistance Meters (Fall-of-Potential Method) and Model 3143 24

4.5 Sample Measurement
(Measurement of Ground Resistance for Overhead Telecommunications Equipment and Various Types of Protectors) 26

Chapter 5 Precautions concerning Measurement 29

Chapter 6 Maintenance and Service 31
6.1 9338 CARRYING CASE 31
6.2 Replacing the Batteries 32
6.3 Cleaning the Product 34
6.4 Service 34

Introduction

Thank you for purchasing the HIOKI 3143 EARTH HiTESTER. To obtain maximum performance from the instrument, please read this manual first, and keep it handy for future reference.

Inspection

When you receive the instrument, inspect it carefully to ensure that no damage occurred during shipping. In particular, check the accessories, panel knob, and connectors. If damage is evident, or if it fails to operate according to the specifications, contact your dealer or Hioki representative.

Accessories

9216 CABLE WINDER (with 9265)

9265 MEASUREMENT CABLE
(Lead line (Black) 1 m, Return line (Red) 20 m)

9338 CARRYING CASE

Instruction Manual

LR6 alkaline batteries (four)

Safety Notes

⚠WARNING

This instrument is designed to comply with IEC 61010 Safety Standards, and has been thoroughly tested for safety prior to shipment. However, mishandling during use could result in injury or death, as well as damage to the instrument. Using the instrument in a way not described in this manual may negate the provided safety features. Be certain that you understand the instructions and precautions in the manual before use. We disclaim any responsibility for accidents or injuries not resulting directly from instrument defects.

Safety symbols

This manual contains information and warnings essential for safe operation of the instrument and for maintaining it in safe operating condition. Before using it, be sure to carefully read the following safety precautions.

⚠	• The ⚠ symbol printed on the instrument indicates that the user should refer to a corresponding topic in the manual (marked with the ⚠ symbol) before using the relevant function. • In the manual, the ⚠ symbol indicates particularly important information that the user should read before using the instrument.
⎓	Indicates DC (Direct Current).

The following symbols in this manual indicate the relative importance of cautions and warnings.

⚠DANGER	Indicates that incorrect operation presents an extreme hazard that could result in serious injury or death to the user.
⚠WARNING	Indicates that incorrect operation presents a significant hazard that could result in serious injury or death to the user.
⚠CAUTION	Indicates that incorrect operation presents a possibility of injury to the user or damage to the instrument.
NOTE	Indicates advisory items related to performance or correct operation of the instrument.

We define measurement tolerances in terms of rdg. (reading) values, with the following meanings:

rdg. (reading or displayed value)
The value currently being measured and indicated on the measuring instrument.

Measurement categories

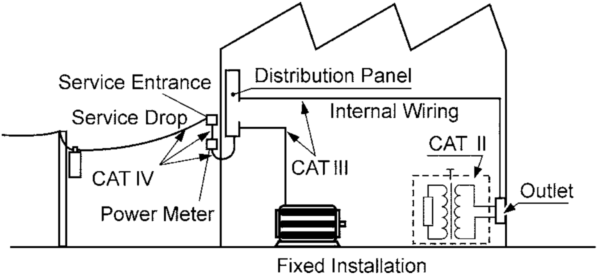
To ensure safe operation of measurement instrument, IEC 61010 establishes safety standards for various electrical environments, categorized as CAT II to CAT IV, and called measurement categories.

CAT II: Primary electrical circuits in equipment connected to an AC electrical outlet by a power cord (portable tools, household appliances, etc.)
CAT II covers directly measuring electrical outlet receptacles.

CAT III: Primary electrical circuits of heavy equipment (fixed installations) connected directly to the distribution panel, and feeders between the distribution panel and outlets.

CAT IV: The circuit from the service drop to the service entrance, then to the power meter and to the primary overcurrent protection device.

Using a measurement instrument in an environment designated with a higher-numbered category than that for which the instrument is rated could result in a severe accident, and must be carefully avoided.
Use of a measurement instrument that is not CAT-rated in CAT II to CAT IV measurement applications could result in a severe accident, and must be carefully avoided.



Notes on Use

Follow these precautions to ensure safe operation and to obtain the full benefits of the various functions.

Preliminary Checks

- Before using the instrument the first time, verify that it operates normally to ensure that the no damage occurred during storage or shipping. If you find any damage, contact your dealer or Hioki representative.
- Before using the instrument, make sure that the insulation on the measurement cables is undamaged and that no bare conductors are improperly exposed. Using the product in such conditions could cause an electric shock, so contact your dealer or Hioki representative for replacements. (Model 9265)

⚠DANGER

The ground and return measurement terminals of this instrument are designed to measure ground resistance. Accidental connection of the terminals to a commercial power source or potential-bearing object may result in electric shock. Exercise extreme care.

⚠WARNING

- **Do not allow the instrument to get wet, and do not take measurements with wet hands. This may cause an electric shock.**
- **To avoid electric shock, do not connect or disconnect measurement cables while the instrument is wet.**
- **Do not use the instrument where it may be exposed to corrosive or combustible gases. The instrument may be damaged or cause an explosion.**
- **Do not mix old and new batteries, or different types of batteries. Also, be careful to observe battery polarity during installation. Otherwise, poor performance or damage from battery leakage could result.**

⚠WARNING

- **To avoid electric shock, turn the power switch off and disconnect the measurement cables before replacing the batteries.**
- **To avoid the possibility of explosion, do not short circuit, disassemble or incinerate batteries.**
- **Handle and dispose of batteries in accordance with local regulations.**

⚠CAUTION

- Do not store or use the instrument where it could be exposed to direct sunlight, high temperature or humidity, or condensation. Under such conditions, the instrument may be damaged and insulation may deteriorate so that it no longer meets specifications.
- For safety reasons, when taking measurements, only use the 9265 MEASUREMENT CABLE provided with the instrument.
- To avoid breaking the measurement cables, do not bend or pull them.
- Use only the specified battery type (LR6 alkaline battery). Manganese batteries, for example, will provide insufficient service life.

⚠CAUTION

- To avoid corrosion from battery leakage, remove the batteries from the instrument if it is to be stored for a long time.
- To avoid damage to the instrument, protect it from physical shock when transporting and handling. Be especially careful to avoid physical shock from dropping.
- Although this instrument is designed to resist the semi-ingress of dust and water, it is not entirely water- or dust-proof, so to avoid shock or damage, do not use it in a wet or dusty environment.
- If the protective functions of the instrument are damaged, either remove it from service or mark it clearly so that others do not use it inadvertently.
- Calibration and repair of this instrument should be performed only under the supervision of qualified technicians knowledgeable about the dangers involved.

NOTE

- The B indicator appears when battery voltage becomes low. Replace the batteries as soon as possible.
- To clean the instrument, wipe it gently with a soft cloth moistened with water or mild detergent. Never use solvents such as benzene, alcohol, acetone, ether, ketones, thinners or gasoline, as they can deform and discolor the case.
- After use there is still a drain on the battery, be sure to turn the power switch off.

Chapter 1
Outline

1.1 Product Outline

In contrast to conventional 3-pole type ground resistance meters, this instrument allows easy measurement of ground resistances, with no need to drive auxiliary earthing electrodes into the ground - whether soil or asphalt. This is particularly useful when ground resistances need to be measured in urban environments, in which driving auxiliary earthing electrodes into the ground is not easy or practical.
The instrument is best suited to the measurement of ground resistances for grounding connections that use individual bar-type earthing electrodes for telecommunications equipment installed on poles (overhead telecommunications equipment), and for telecommunications equipment protectors.

NOTE Model 3143 was designed and commercially produced using technology originally devised by the Technical Cooperation Center of NTT East.

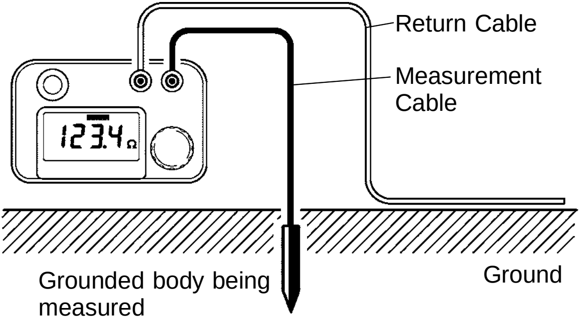


Figure 1

1.2 Features

(1) No need to drive auxiliary earthing electrodes into the ground

Allows easy measurement of ground resistances, simply by connecting the earthing electrode to the measurement terminals (Ground side) of the instrument and the return line (red line) to the other terminal (Return side) and placing the return line on the ground.

(2) Ideally suited to measurements of bar-type earthing electrodes

The instrument allows easy measurement of the ground resistances of individual bar-type earthing electrodes for overhead telecommunications equipment protectors.

(3) Reduces the effects of ground voltage

The instrument uses a synchronous detection system, with the return line placed directly on the ground in an electrically insulated state. This reduces the adverse effects of higher harmonic ground voltages of commercial frequency to ensure stable measurement.

(4) Semi-dust-proof construction

Measurement switches, indicators and other moving parts are designed to withstand use in tough environments.

(5) Easy to use

The supplied carrying case is designed to hold the instrument and all accessories. A cable winder is standard, making it easy to deploy and store measurement cables.

1.3 Names and Functions of Parts

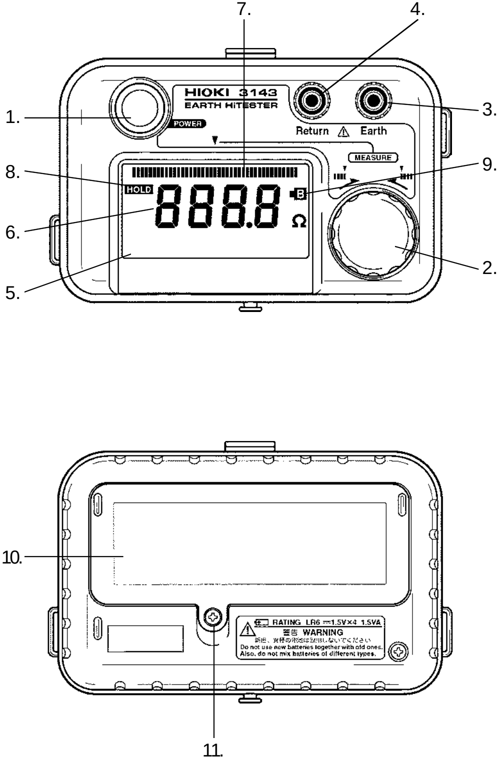


Figure 2

1. Power switch (POWER)

Instrument power switch

2. Measuring knob (MEASURE)

Knob for measuring ground resistances. Turn the knob until the instrument indicates a minimum resistance value.

3. Earth: Earthing electrode terminal

Terminal to which the earthing electrode is connected, via the lead line (black).

4. Return: Return terminal

Terminal to which the return line (red) is connected. Position the return cable directly on the ground.

5. LCD display

6. Measured ground resistance value

7. Measurement indicator bar

Indicates the direction in which the measuring knob (MEASURE) is to be turned. Turn the knob to shrink the indicator bar.

8. Hold indication

Following measurement, the display retains the value of the last value measured. If the measuring knob (MEASURE) is left untouched for about 3 minutes, the instrument will enter Hold status. Turning the knob cancels Hold status and resumes measurement.

9. Battery check

   Indicates that the batteries have been exhausted. Replace the batteries.

10. Battery cover

11. Fixing screw on the battery cover

Chapter 2
Specifications

<Measurement>	
Measurement method	Voltage ratio method (measures the voltage under the series resonance of a loop impedance [Note].) When measured with the lead line connected to the earthing electrode being measured and the return line placed directly on the ground, the resistance value sought is the one that appears as the minimum value in the display as the measuring knob is turned. Note: Loop impedance refers to a series circuit composed of the inductance of the lead line, the grounding capacity of the return line, and the measured ground resistance.
Measured resistance range	20 - 500 Ω
Measurement accuracy (in the operating temperature range)	±5% rdg. (50-500 Ω) ±10% rdg. (20-50 Ω) Note: With the inspection jig based on a dummy resistance Accuracy is not guaranteed when the indicator is on.
Effect of ground voltage (50/60 Hz)	±5% rdg. at 0 - 10 V
Detection system	Synchronous detection system

A/D conversion	10-bit successive approximation type A/D converter Synchronous detection + LPF output sampled Sampling interval: 96 ms/S
<Correction method for measured values>	
Averaging processing	Sampled values are subjected to averaging, and the resulting value is indicated as a measured value.
<Signaling source for measurement>	
Frequency range	100 kHz - 1.5 MHz Adjustable using the measuring knob on the front panel
Frequency variation resolution	240 Hz
Output voltage between terminals	0.9 Vp AC, typical
Output resistance between terminals	200 Ω ±1% The short-circuit current between terminals is 3.6 mA AC, max.
<Display>	
Indication method	4-digit LCD display Display range from 0.0 to 999.9 Ω "OF" displayed for resistances over 999.9 Ω "OL" displayed when an attempt is made to vary down to below 100 kHz or up to over 1.5 MHz with the measuring knob.
Types of indications	Measured resistance value (Ω), indicator bar graph (provides a rough guide to the position of the resonance point), battery mark, and "HOLD" mark.

<Environment>	
Operating temperature and humidity range	0 to 40℃ (32℉ to 104℉), 80% RH or less (with no condensation)
Storage temperature and humidity range	-10 to 50℃ (14℉ to 122℉), 80% RH or less (with no condensation)
Location of use	Altitude up to 2000 m (6562 feet)
<Power supply>	
Power supply	Four LR6 alkaline batteries Rated supply voltage: 1.5 V x 4
Maximum rated power	1.5 VA max
Battery Life	Approx. 8 hours (continuous, 23℃)
<Over view>	
External dimensions	Approx. 155 W x 98 H x 49 D mm (Approx. 6.10"W x 3.86"H x 1.93"D) (excluding protrusion)
Mass	Approx. 380 g (Approx. 13.4 oz.) (instrument only)
<Standards applying>	
Safety	EN 61010 Pollution Degree 2 (anticipated transient overvoltage 330 V)
EMC	EN 61326

<Ancillary functions>

Power Saving mode	The instrument enters Power Saving mode if the measuring knob is left untouched for about 3 minutes. Output of the measurement signaling source is halted. The LCD displays "HOLD." Turn the measuring knob to wake the instrument from Power Saving mode.
Indicator	Indicates an approximate position of the resonance point of the loop impedance on a bar graph. When the bar graph is situated near the center of the display, it indicates that the loop impedance is near the resonance point.
Battery check	The battery check indication appears when the battery voltage falls below the rated supply voltage of 4.4 V.
Accessories	9216 CABLE WINDER (with 9265) 9265 MEASUREMENT CABLE (Lead line (Black) 1 m, Return line (Red) 20 m) 9338 CARRYING CASE Instruction Manual LR6 alkaline batteries (four)

Chapter 3 Measurement Procedure

⚠DANGER

The ground and return measurement terminals of this instrument are designed to measure ground resistance. Accidental connection of the terminals to a commercial power source or potential-bearing object may result in electric shock. Exercise extreme care.

⚠WARNING

- **Do not allow the instrument to get wet, and do not take measurements with wet hands. This may cause an electric shock.**
- **To avoid electric shock, do not connect or disconnect measurement cables while the instrument is wet.**
- **Do not use the instrument where it may be exposed to corrosive or combustible gases. The instrument may be damaged or cause an explosion.**

⚠WARNING

- **Do not mix old and new batteries, or different types of batteries. Also, be careful to observe battery polarity during installation. Otherwise, poor performance or damage from battery leakage could result.**

⚠CAUTION

- Use only the specified battery type (AA alkaline). Manganese batteries, for example, will provide insufficient service life.
- To avoid corrosion from battery leakage, remove the batteries from the instrument if it is to be stored for a long time.

3.1 Measurement Preliminaries

(1) Turn on the POWER switch and make sure that the LCD display lights. "OF" is displayed if nothing is connected to the measurement terminals.

(2) Check to see if the battery check mark B is on. If this mark stays on, it indicates that the batteries have run down. Replace them with new ones. (See "6.2 Replacing the Batteries.")

3.2 Measuring method

(1) Connecting the cables

Connect the measurement cables 9265 supplied with the instrument, as shown in Figure 3. (Couple the lead line [black] to the ground terminal, and the return line [red] to the Return terminal.) Connect the other end of the lead line to the buried earthing electrode and lay the return line on the ground (on paved concrete or asphalt).

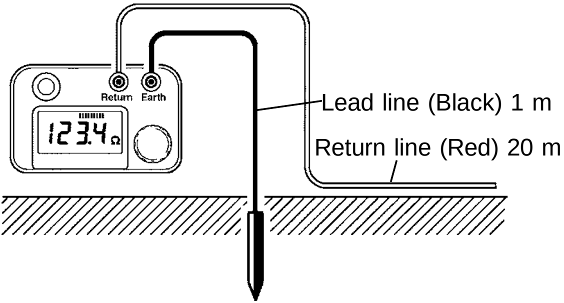


Figure 3. Connection Diagram

NOTE

- Use only the measurement cables supplied with the instrument. Use of any other cable will result in inaccurate measurements.
- Lay the return line directly on the ground in a straight line, confirming that the cable remains in contact with the ground. Correct measurements are not possible if the cable is tangled or forms loops. Particularly with turf or rock beds, try to place the return line in close contact with the ground to the maximum extent possible.
- Connect the lead line directly to the earthing electrode being measured. If for unavoidable reasons the lead line must be tied to the ground wire extending from the earthing electrode, limit total length to 5 meters.
- Connect the lead line at a point as close as possible to the point at which the earthing electrode was buried.

(2) Measurement of ground resistance value

Turn the measuring knob (MEASURE) to find the lowest indicated value. The lowest value represents the resistance value of the earthing electrode being sought. Turn the measuring knob as follows:

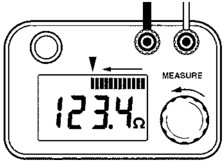


Figure 4(a).

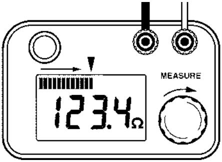


Figure 4(b).

1) The measurement indicator bar shows the direction in which the knob should be turned.
   If the indicator bar appears as shown in Figure 4(a), turn the knob counterclockwise to bring the indicator bar to the "▼" position. (See Figure 4(c).)
   If the indicator bar appears as shown in Figure 4(b), turn the knob clockwise.
2) Closely observing the measured value, slowly turn the knob to find the minimum value. (Figure 4(c))

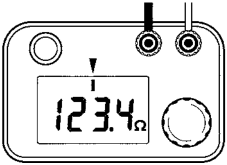
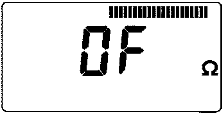


Figure 4(c)

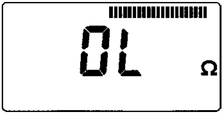
3) When you stop turning the knob, the measured value appearing in the display will stabilize.

NOTE

- The measurement indicator bar displayed may not stabilize, depending on the resistance value of the grounded body being measured or the environment in which the return line is laid. Particularly for measurements of large ground resistances, no minimum value may be shown, even when the indicator bar is located in the center of the display. If so, turn the knob to minimize the indication value.



- If the measured resistance value is 1000 Ω or more, the LCD will display "**OF**." Turn the knob, using the orientation of the indicator bar as a guide, and seek the point for a minimum measured value.



- If you keep turning the knob in a given direction until the LCD displays "**OL**," turning the knob further will not vary the measured value. Try turning the knob in the opposite direction and seek the minimum measured value.

(3) Hold status

The instrument will enter Hold status if the measuring knob (MEASURE) is left untouched for about 3 minutes ("**HOLD**" is displayed: see Figure 5), with the value measured immediately before the Hold state retained on the display. In addition, the signal from the measurement terminals (between the Ground - Return terminals) is interrupted. Turning the knob in this status cancels Hold and resumes measurement.

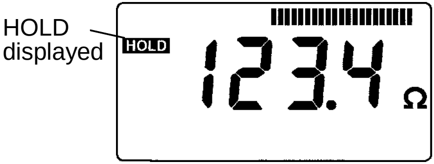


Figure 5. Hold State

(4) Battery check

See if the battery check mark (B) is on. If yes, the batteries have run down and need to be replaced. (See "6.2 Replacing the Batteries.")

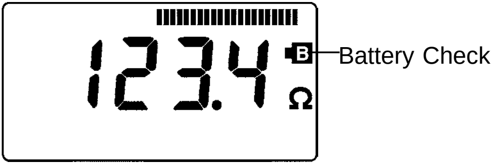


Figure 6. Battery Check

Chapter 4
Technical Information

This chapter explains the definition of generic ground resistance, types of grounding implementations, principles of measurement of typical ground resistances, and describes grounding methods/implementations and resistance measurements for overhead telecommunications equipment and protectors, as exemplified in typical measurement situations.

4.1 About Ground Resistance

(1) What is ground resistance?

Ground resistance refers to electrical resistance between a metal earthing electrode and soil (a mixture of soil particles, water, and air) and is specified in many legal codes and standards as part of the safety criteria to be observed in the construction of electrical installations. In general, ground resistance is defined as the ratio E/I (Ω) of the current I (A) flowing from a earthing electrode to the ground to the rise of the potential E(V) generated by such a current.

(2) Leakage current and ground voltage

In ordinary ground resistance measurements, external influences include leakage current from connected equipment and ground voltage created by ground current. Since the return line of the instrument is laid on the ground in an electrically insulated state, the instrument is relatively resistant to the adverse effects of leakage currents and ground voltages generated by higher harmonics (up to 1 kHz or so) generated by commercial power.

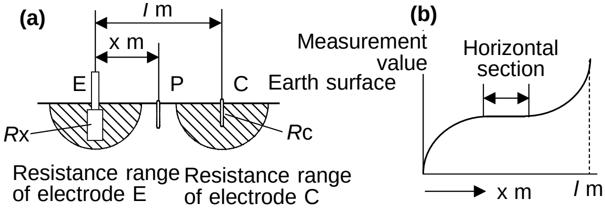
4.2 Principle of Conventional Measurement of Ground Resistance (Fall-of-Potential Method)

Most ground resistance meters perform measurements based on the fall-of-potential method. These types of meters are widely used in the measurement of the low resistance to the high resistance. This method requires driving into the earth an auxiliary current electrode (electrode C) to inject measuring current and an auxiliary potential electrode (electrode P) to measure the rise of potential, in addition to the grounding electrode (electrode E). From grounding current I(A) and the corresponding fall-of-potential V(V), ground resistance value Rg is given by the following equation:

$$Rg = \frac{V}{I}$$

Figure 7 shows a potential distribution curve obtained when auxiliary electrodes are driven into the ground. Electrode P must be driven into the ground at the point in the figure at which the potential distribution curve is flat. For this reason, the distance between electrodes C and E must be made sufficiently large. Additionally, measurement errors will be produced if electrode P is not driven into a point 61.8% between electrodes E and C.

Driving in auxiliary electrodes is difficult at sites where the ground is paved with concrete or asphalt, resulting in reduced work efficiency.



4.3 Principle of Measurement on Which This Instrument is Based

When the earthing electrode is connected to the ground terminal of this instrument through the lead line, and the return line connected to the Return terminal is laid on the ground, a closed circuit is composed of inductance *Lg* of the lead wire → ground resistance *Rg* → ground → ground resistance *R* of return line and the earth, and electrostatic capacity *Cg*. This instrument measures the loop impedance under the resonance of this closed circuit and calculates ground resistance *Rg*. Figure 8 shows an equivalent model. Equivalent resistance *R'* at the time of resonance, as viewed from measurement signaling line *Vc*, results as follows (*Rout* is the output resistance of this instrument):

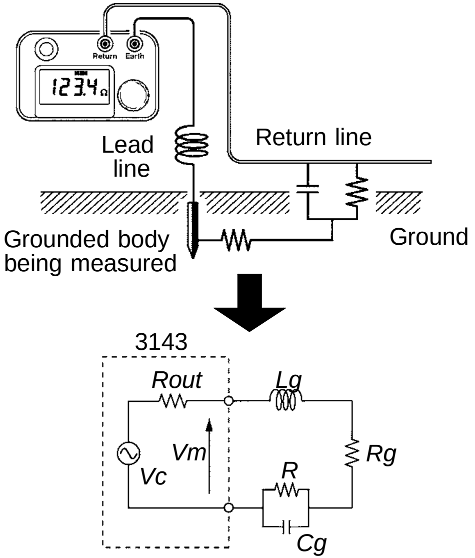


Figure 8. Diagram of Measurement Principle

$$R' = Rout + Rg + \frac{R}{1+(wCgR)^2} \cong Rout + Rg$$

As shown above, *R'* represents the sum of ground resistance *Rg* and *Rout*. If the voltage *Vm* between the measurement terminals is measured, ground resistance *Rg* may be calculated by the voltage ratio method.

$$Rg = \frac{1}{(Vc/Vm)-1}\ Rout$$

In passing, the resonance frequency will be high - around 1 MHz - although it will vary somewhat with varying geological features, water content, and degree of soil compaction. Since this frequency band corresponds to the duration of the wave front of a lightning surge, measurements of ground resistances using this instrument may be regarded as similar to the evaluation of surge impedances.

4.4 Comparison of Values Measured by Conventional Ground Resistance Meters (Fall-of-Potential Method) and Model 3143

Figure 9 represents the correlation between the measurement of ground resistances of bar-type electrodes by the fall-of-potential method (3-pole method) and a measurement conducted with the 3143, while Figure 10 indicates rdg. errors of the 3143 with respect to the values of the 3-pole method defined as true values. In the figure, it is apparent that values obtained by the 3143 match those of the 3-pole method in the range from 10 to 20% rdg. when ground resistances range from 50 to 500 Ω. Moreover, the rdg. errors tend to increase in the range from 20 to 50 Ω.

At this point, it should be noted that Figures 9 and 10 include measurement errors (resistances of auxiliary earthing electrodes, effects of ground voltage, etc.) of the 3-pole method. Use this data for reference only.

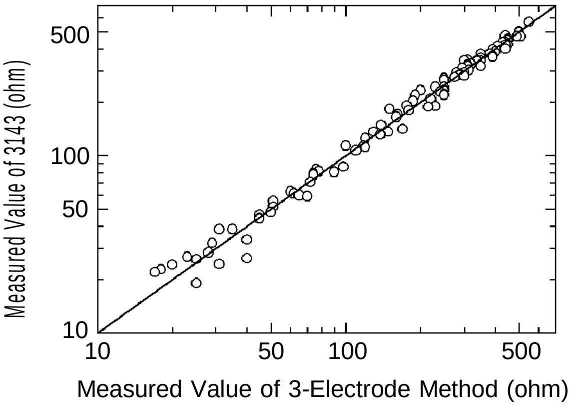


Figure 9. Correlation between Values Measured by 3-Electrode Method and with the 3143

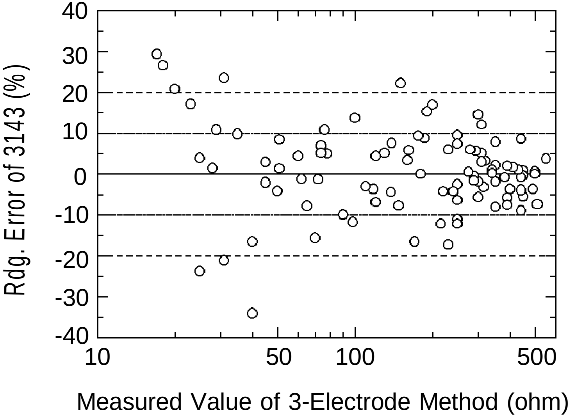


Figure 10. Rdg. Errors of 3143 with Respect to 3-Electrode Method

4.5 Sample Measurement (Measurement of Ground Resistance for Overhead Telecommunications Equipment and Various Types of Protectors)

It is increasingly common to find some switching and transmission equipment functions formerly located within telecommunications center buildings on or near the premises of residences. This configuration makes it possible to provide diverse information services through various types of networks. Such equipment handles high speed and high volume telecommunications traffic and must also have adequate resistance and strength to protect both people and equipment from lightning and leaks. Thus, grounding implementations involving overhead telecommunications equipment and protectors are more important now than ever before. In particular, protectors discharge lightning surges passing from communication lines to the ground.

Provided below are potential environments surrounding overhead telecommunications equipment and various types of protectors:

(1) It is necessary to confirm that the ground resistance value obtained following grounding implementation is lower than the value specified in a standard for safety of each country.
(2) Many of the work sites are in residential and office building areas, which means that most of the ground surface is asphalted, making it time and labor-consuming to drive in auxiliary earthing electrodes using the conventional 3-pole method.

Under these conditions, this instrument provides the following advantages:

(1) No need to drive in auxiliary earthing electrodes, saving time and labor.
(2) The digital display of measured values allows immediate assessment to determine whether or not the ground resistance is lower than the value specified in a standard for safety.

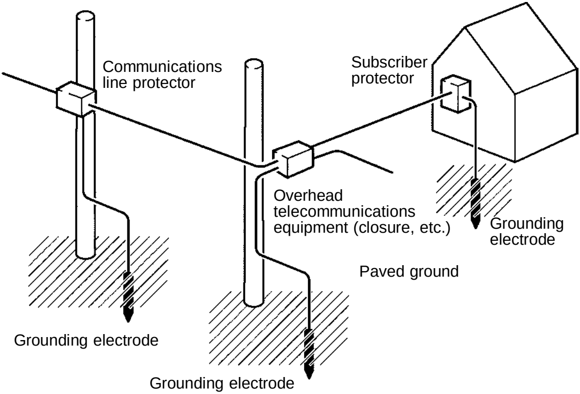


Figure 12. Environment Surrounding Overhead Telecommunications Equipment and Protector

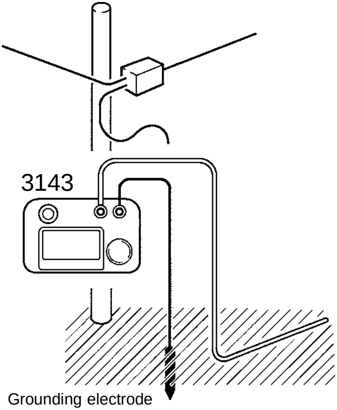


Figure 13. Example of 3143 Use

Chapter 5 Precautions concerning Measurement

This instrument measures ground resistances based on a new measurement principle. For this reason, depending on the grounded body, the values obtained with it may vary from those measured by the traditional 3-pole method. Carefully read the following precautionary notes before using this instrument.

(1) The 3143 is suitable for measuring the ground resistances of independent bar-type electrodes. Measurement results obtained by the conventional 3-pole method may appear somewhat larger in comparison when the measurement is performed at the following locations:

- Grounding connections implemented by the parallel grounding method, with a concatenation of multiple earthing electrodes or net-type electrodes - such as a mesh.
- Grounding connections implemented by a deep-driven grounding method that buries earthing electrodes deep in the ground.

For resistance measurements with safety implications, especially grounding connectors for power facilities, double-check resistance values using the 3-pole method.

(2) Use only the measurement cables (9265 MEASUREMENT CABLE) supplied with the instrument. Use of other cables may result in measurement errors.

(3) Lay the return line directly on the ground, ensuring contact with the ground. Correct measurement results are not possible if the return line loops or folds back on itself. Close contact with the ground surface is particularly important on turf or rock bed surfaces.

(4) Connect the lead line at a point as close as possible to the point at which the earthing electrode is buried.

Chapter 6 Maintenance and Service

6.1 9338 CARRYING CASE

The 9338 CARRYING CASE is designed exclusively for this instrument and is capable of accommodating 9265 MEASUREMENT CABLE and four AA batteries in addition to the instrument itself. With the upper cover rotated as shown in Figure 14, measurements can be made without removing the instrument from the case. To avoid damage from external shocks, always place the instrument in its carrying case at the end of each measurement session.

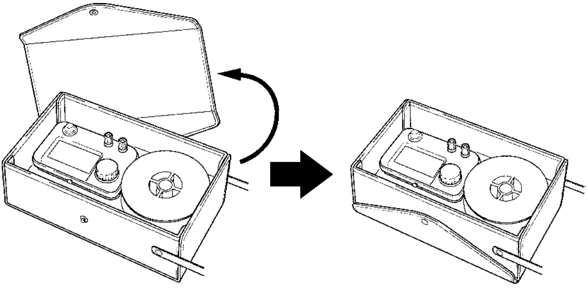


Figure 14.

6.2 Replacing the Batteries

⚠WARNING

- **To avoid electric shock, turn the power switch off and disconnect the measurement cables before replacing the batteries. After replacing the batteries, replace the cover and screws before using the instrument.**
- **To avoid the possibility of explosion, do not short circuit, disassemble or incinerate batteries.**
- **Handle and dispose of batteries in accordance with local regulations.**

NOTE

- Use only the specified battery type (AA alkaline). Manganese batteries, for example, will provide insufficient service life.
- To avoid corrosion from battery leakage, remove the batteries from the instrument if it is to be stored for a long time.

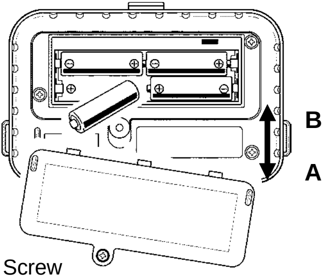


Figure 15.

1. For safety, disconnect the measurement cables from the instrument.
2. Remove the fastening screw.
3. Remove the cover of the battery compartment in direction A, as shown in the illustration.
4. Replace all four batteries with fresh ones.
5. Reattach the cover of the battery compartment in direction B, as shown in the illustration.
6. Fasten the battery compartment cover to the instrument with the fastening screw.

6.3 Cleaning the Product

- To clean the instrument, wipe it gently with a soft cloth moistened with water or mild detergent. Never use solvents such as benzene, alcohol, acetone, ether, ketones, thinners or gasoline, as they can deform and discolor the case.

6.4 Service

If the instrument seems to be malfunctioning, confirm that the batteries are not discharged, and that the measurement cable is not open circuited before contacting your dealer or Hioki representative. Pack the instrument so that it will not sustain damage during shipping, and include a description of existing damage. We cannot accept responsibility for damage incurred during shipping.

■ 外国代理店については弊社ホームページをご覧ください。
URL http://www.hioki.com/

● 本書の内容に関しては万全を期していますが、ご不明な点や誤りなどお気づきのことがありましたら、本社コールセンターまたは最寄りの営業所までご連絡ください。

● 本書は改善のため予告なしに記載事項を変更することがあります。

●

HIOKI
日置電機株式会社

本 社 TEL 0268-28-0555 FAX 0268-28-0559
〒386-1192 長野県上田市小泉 81

■ **製品の操作方法、技術的なお問い合わせはコールセンターまで**

0120-72-0560

(9:00 ～ 12:00,13:00 ～ 17:00、土・日・祝日を除く)

TEL 0268-28-0560 FAX 0268-28-0569 E-mail info@hioki.co.jp

■ **修理・校正のご依頼はお買上店（代理店）または最寄りの営業所まで**

また、ご不明な点がありましたらサービスお問合せ窓口まで

TEL 0268-28-0823 FAX 0268-28-0824 E-mail cs-info@hioki.co.jp

最寄りの営業所については弊社ホームページまたは
QR コードからご覧いただけます。

URL http://www.hioki.co.jp/

1302

編集・発行 日置電機株式会社 Printed in Japan